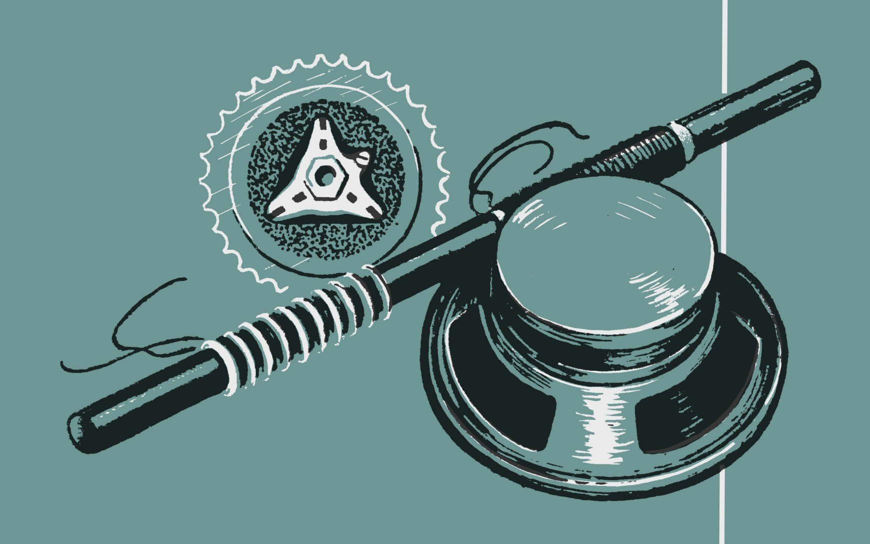
В. В. Яковлев



ДЕТАЛИ любительских приемников на транзисторах



ГОСЭНЕРГОИЗДАТ

МАССОВАЯ РАДИОБИБЛИОТЕКА

Выпуск 409

В. В. ЯКОВЛЕВ

ДЕТАЛИ ЛЮБИТЕЛЬСКИХ ПРИЕМНИКОВ НА ТРАНЗИСТОРАХ



ГОСУДАРСТВЕННОЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО

МОСКВА 1962 ЛЕНИНГРАД

В брошюре рассматриваются различные варианты изготовления самодельных деталей для малогабаритных радиоприемников.

Брошюра предназначена для радиолюбителей, занимающихся конструированием приемников на транзисторах.

СОДЕРЖАНИЕ

6Ф2.12 *Яковлев Валерий Владимирович*
Я 47 **Детали любительских приемников на транзисторах**
М.—Л., Госэнергоиздат, 1962.
24 с. с илл. (Массовая радиобиблиотека, Вып. 409)
6Ф2. 12

Редактор *М. С. Трейгер* Техн. редактор *М. М. Широкова*

Сдано в набор 20/III 1961 г. Подписано к печати 12/II 1962 г.
Т-00138. Бумага 84×108 1/32 1,23 п. л. Уч.-изд л. 1,2
Тираж 100 000 (1-й завод 50 000 экз.) Цена 5 коп. Зак. 144

Типография Госэнергоиздата. Москва, Шлюзовая наб., 10.

МАГНИТНЫЕ АНТЕННЫ

В настоящее время подавляющее число приемников на транзисторах имеет внутренние магнитные антенны на ферритовых сердечниках. Такие антенны более удобны в эксплуатации, чем наружные антенны. Кроме того, они обладают ярко выраженной направленностью приема.

К магнитной антенне предъявляются такие же требования, как и к обычным входным цепям. Магнитная антенна должна быть высокоэффективной, т. е. при данной напряженности поля в ней должна наводиться возможно большая э. д. с. Кроме того, такая антенна должна обеспечивать постоянство полосы пропускания в рабочем диапазоне частот и достаточное ослабление сигнала по зеркальному каналу (в случае супергетеродинной схемы приемника).

Напряжение на катушке, являющейся составной частью контура магнитной антенны, зависит от действующей высоты последней и от добротности контура (чем больше действующая высота и добротность, тем больше напряжение). Поэтому при конструировании магнитной антенны нужно стремиться к увеличению ее действующей высоты и добротности катушки.

Действующая высота антенны пропорциональна величине магнитной проницаемости сердечника, его длине и корню квадратному из его диаметра. Отсюда следует, что для магнитной антенны нужно использовать ферритовый стержень с максимально возможной проницаемостью, а длину стержня брать максимальной, насколько позволяет конструкция приемника. Увеличение диаметра стержня нецелесообразно, так как ведет к увеличению веса и не дает существенного возрастания действующей высоты антенны.

При выборе ферритовых сердечников для магнитных антенн нужно руководствоваться следующими соображениями.

В приемниках могут быть использованы магнитные антенны как на круглых, так и на плоских ферритовых стержнях. Учитывая малые размеры и вес плоских ферритовых стержней, их можно рекомендовать для изготовления магнитных антенн только для приемников карманного типа. Во всех остальных случаях желательно применять для антенн сердечники круглого сечения.

Добротность катушки контура магнитной антенны зависит от магнитной проницаемости ферритового сердечника, провода, которым намотана катушка, и величины связи контура антенны с транзистором первого каскада приемника.

В приемниках с длинноволновым и средневолновым диапазонами лучше использовать для магнитных антенн никель-цинковые ферриты марок Ф-400 и Ф-600, граничные рабочие частоты которых соответственно равны 3 и 1,5 *Мгц*. Применять для такого приемника сердечники с большей магнитной проницаемостью, например Ф-1000 или Ф-2000, нельзя из-за низких граничных рабочих частот, которые для этих типов ферритов соответственно равны 1 и 0,5 *Мгц*, в результате чего антенны, выполненные на этих сердечниках, на средневолновом диапазоне будут иметь малую действующую высоту и недостаточные избирательность и ослабление по зеркальному каналу. Ферритовые стержни Ф-1000 и Ф-2000 можно использовать в качестве сердечника магнитной антенны для приемника, имеющего только длинноволновый диапазон.

Если конструируемый приемник имеет еще и коротковолновый диапазон, то лучше всего использовать ферритовые стержни Ф-400 или Ф-600 для длинных и средних волн, а для коротковолнового диапазона сделать у приемника отдельный вход для наружной антенны.

Для получения максимальной добротности катушки контура, помимо использования ферритового сердечника с высокой магнитной проницаемостью, необходимо применить соответствующий провод. Для средневолновой катушки рекомендуется литцендрат 7×0,07 или 5×0,06 и намотка с принудительным шагом, а для длинноволновой — провод ПЭЛШО 0,2—0,27. При отсутствии литцендрата для катушки средних волн можно использовать провод ПЭЛШО 0,27—0,35, но при этом добротность катушки будет несколько ниже.

Литцендрат без шелковой оплетки можно изготовить самому. Для этого нужно взять пять проводов ПЭЛ 0,06 длиной 4—5 *м* и свить их с помощью ручной дрели. При этом нужно следить, чтобы провода скручивались равномерно без обрывов и барашков.

Добротность контура магнитной антенны, как уже говорилось, зависит и от величины связи с транзистором первого каскада приемника. Слишком большая связь между контуром и транзистором недопустима, так как при этом контур будет шунтирован малым входным сопротивлением транзистора и его резонансные свойства резко ухудшатся. Берут коэффициент включения $p \leqslant 0,1$.

Связь контура с транзистором может быть емкостной, индуктивной или автотрансформаторной. Емкостная связь практически не применяется как из конструктивных соображений, так и из-за значительной неравномерности коэффициента передачи по диапазону. При индуктивной связи используется дополнительная катушка, а при автотрансформаторной делается отвод от основной катушки контура магнитной антенны.

Для изготовления магнитной антенны из плотной бумаги делают каркас, на который в один слой наматывают катушку длинноволнового диапазона. Вместо бумажного каркаса можно применить секционированную шпулю из полистирола или органического стекла. Средневолновую катушку контура можно намотать с принудительным шагом на том же каркасе. Катушки размещаются на расстоянии 10—15 *мм* от торцов сердечника, и если во время налаживания приемника возникнет необходимость несколько изменить индуктивность, то это осуществляется передвижением катушки по сердечнику.

В качестве примера на рис. 1 приведен внешний вид двух магнитных антенн. Магнитная антенна, выполненная на круглом ферритовом стержне Ф-600 диаметром 7,8 и длиной 160 *мм*, рассчитана на работу в диапазонах длинных и средних волн. Катушка средневолнового диапазона намотана литцендратом 7×0,07 и имеет 97 витков (индуктивность катушки 430 *мкгн*, начальная добротность 210 на частоте 1 *Мгц*). Катушка связи содержит семь витков провода ПЭЛШО 0,12. Катушки длинноволнового диапазона намотаны проводом ПЭЛШО 0,12 на секционированном полистироловом каркасе. Катушка контура имеет 285 витков (индуктивность катушки

3,9 *мгн*, начальная добротность 150 на частоте 250 *кгц*), а катушка связи — 25 витков.

Плоская магнитная антенна для карманного приемника на один средневолновый диапазон выполнена на ферритовом стержне Ф-600 размерами 115×20×3 *мм*. Катушка контура состоит из 95 витков провода ПЭЛШО 0,35 с отводом от седьмого витка (индуктив-

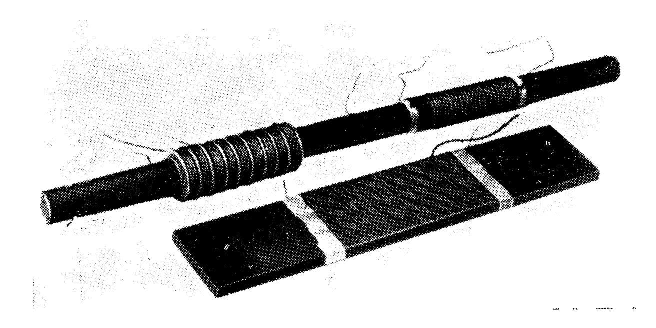


Рис. 1. Магнитные антенны.

ность катушки 390 *мкгн*, начальная добротность 170 на частоте 900 *кгц*).

Действующую высоту магнитной антенны, а следовательно, и чувствительность приемника можно увеличить, применив несколько стержней с отдельными катушками. Все катушки включаются последовательно, а ферритовые стержни должны быть разнесены так, чтобы не было взаимного воздействия катушек. Число витков катушек берется из условия получения расчетной индуктивности при их последовательном включении для данного рабочего диапазона.

При использовании в многостержневой магнитной антенне трех ферритовых стержней (расстояние между стержнями 2,5—3 *см*) действующая высота увеличивается в 2 раза по сравнению с антенной, имеющей только один стержень.

КОНДЕНСАТОРЫ ПЕРЕМЕННОЙ ЕМКОСТИ

В качестве органа настройки приемника на транзисторах, как правило, используются конденсаторы переменной емкости. В приемниках прямого усиления исполь-

зуются простейшие малогабаритные конденсаторы (часто подстроечные), а в супергетеродинных приемниках— малогабаритные сдвоенные блоки.

Благодаря подключению к части контура вносимая транзистором в контур емкость получается незначительной (2—3 *пф*). Это позволяет применять для настройки конденсаторы с небольшой конечной емкостью. Так, например, для перекрытия рабочего диапазона частот у однодиапазонного приемника можно использовать конденсаторы переменной емкости на 10—200 *пф*. Для двухдиапазонного приемника вследствие увеличения емкости монтажа из-за наличия переключателя диапазонов могут быть использованы конденсаторы на 10—300 *пф*.

В приемнике могут быть использованы конденсаторы как с воздушным, так и с твердым диэлектриком. Учитывая, что размеры и вес переносных приемников должны быть небольшими, целесообразно применять в транзисторных приемниках конденсаторы с твердым диэлектриком.

Для малогабаритных приемников конденсаторы переменной емкости часто приходится изготавливать самому. Самодельный конденсатор должен иметь необходимое перекрытие по емкости, быть прочным и надежным в работе. В случае сдвоенного блока конденсаторов обе его секции должны иметь одинаковые емкости во всех положениях роторных пластин.

При использовании в качестве органа настройки конденсаторов переменной емкости расчет индуктивности катушки контура гетеродина, сопрягающего конденсатора, частот точного сопряжения и пр. в приемниках на транзисторах производится так же, как и при расчете этих элементов в обычных ламповых схемах супергетеродинных приемников.

Ниже приводится описание нескольких конструкций самодельных конденсаторов.

В приемнике прямого усиления, в котором только один настраиваемый контур (контур магнитной антенны), можно применить керамический подстроечный конденсатор КПК-2. Лучше для этой цели использовать конденсатор с начальной емкостью 10 и конечной 100 *пф*, но можно также применить конденсатор КПК-2 на 25—150 *пф*.

Для удобства пользования таким конденсатором на подвижной его диск нужно наклеить кольцо с насечкой, сделанное из органического стекла или целлулоида. Кольцо можно приклеить клеем БФ-2, а насечку сделать слесарной пилой. Внешний вид такого конденсатора приведен на рис. 2.

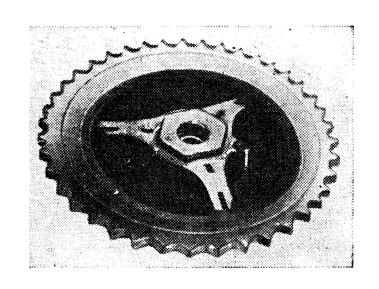
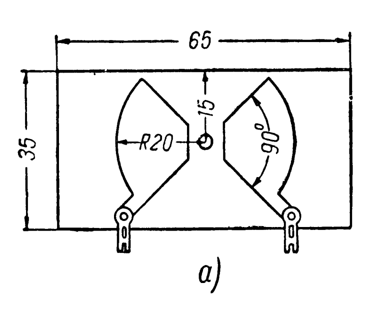


Рис. 2. Устройство конденсатора переменной емкости карманного приемника.

Небольшие размеры (диаметр 45 и высота 9 *мм*) и вес (18 *г*) позволяют описанный конденсатор использовать в качестве органа настройки карманного приемника.

При отсутствии подстроечного конденсатора КПК-2 подобный конденсатор можно сделать самому (рис. 3). Для этого из текстолита, гетинакса или органического стекла толщиной 2,5—3 *мм* вырезают диск диаметром 45 *мм*. В центре диска делают отверстие для винта, а по окружности насечку. Затем из алюминиевой фольги вы-



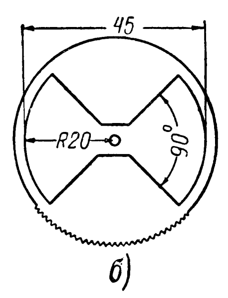


Рис. 3. Устройство конденсатора переменной емкости с твердым диэлектриком.

а — основание конденсатора; *б* — диск с подвижной пластиной.

резают подвижную обкладку конденсатора и наклеивают ее на диск. Алюминиевую фольгу можно использовать от неисправного электролитического конденсатора. Из такого же материала вырезают два сектора, которые клеем БФ-2 приклеивают к основанию конденсатора.

Свободную поверхность между секторами заклеивают бумагой, более тонкой, чем пластины из фольги.

В качестве диэлектрика в конденсаторе использована пленка из полистирола, которая наклеивается на секторы из фольги. При отсутствии полистирола можно использовать целлофан или целлулоид толщиной 0,1—0,15 *мм* (чем тоньше диэлектрик, тем больше будет перекрытие конденсатора).

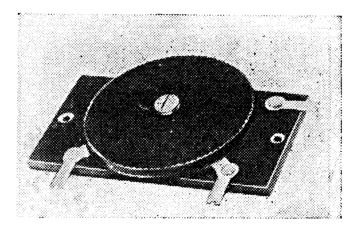


Рис. 4. Внешний вид конденсатора с твердым диэлектриком.

Подвижной диск и основание скрепляются винтом с гайкой так, чтобы диск вращался с небольшим трением.

Описанный конденсатор имеет начальную емкость 6 и конечную 145 *пф*. Вес его 17 *г*. Внешний вид этого самодельного конденсатора приведен на рис. 4.

Для приемника на транзисторах, собранного по супергетеродинной схеме, можно применить самодельный

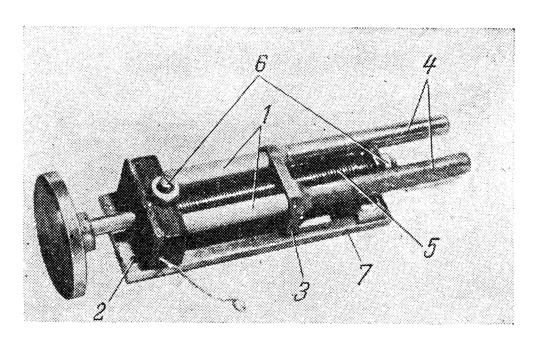


Рис. 5. Блок настройки из конденсаторов КТК.

1 — конденсаторы КТК; *2* — текстолитовая крепежная стойка; *3* — подвижная каретка; *4* — металлические трубки; *5* — ось; *6* — фиксаторы оси; *7* — основание блока

сдвоенный блок конденсаторов переменной емкости (рис. 5). Блок состоит из двух конденсаторов типа КТК, текстолитовой крепежный стойки, подвижной каретки с двумя металлическими трубками, оси с резьбой, двух фиксаторов оси и основания.

Для блока пригодны только конденсаторы КТК строго цилиндрической формы емкостью не менее 620 *пф*. У конденсаторов удаляется наружный слой серебра, а поверхность трубок шлифуется мелкой наждачной бумагой. Две металлические трубки, используемые в качестве второй обкладки, подбираются так, чтобы конденсаторы входили внутрь трубок с небольшим трением. От точности подгонки трубок зависят конечная емкость конденсатора и сопряжение емкостей блока.

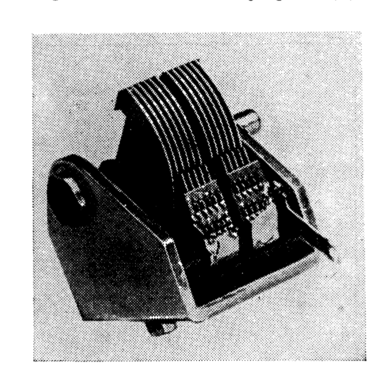


Рис. 6 Сдвоенный конденсатор с воздушным диэлектриком.

Подвижная каретка имеет Г-образную форму и выполнена из латуни. На вертикальной стороне каретки сделаны три отверстия: два для металлических трубок, а третье для оси блока. К каретке трубки припаиваются. Текстолитовая стойка имеет два отверстия, в которых клеем БФ-2 закреплены конденсаторы; одновременно она выполняет роль подшипника оси блока настройки. Стойка скреплена с основанием блока двумя винтами.

Основание блока изготовлено из мягкой листовой стали толщиной 2 *мм*. Оно имеет продольную прорезь, в которой перемещается направляющая подвижной каретки. На стальной оси нарезана резьба М4.

Начальная емкость каждого конденсатора этого блока 2,5, а конечная 125 *пф*. Вес блока 43 *г*.

В супергетеродинных приемниках можно использовать самодельный конденсатор другой конструкции (рис. 6). Этот конденсатор с воздушным диэлектриком сделан на базе типового конденсатора. Для его изготовления нужно из мягкой листовой стали толщиной 1,5—2 *мм* согнуть П-образную скобу (рис. 7,*а*). С одной стороны скоба имеет отверстие с резьбой М6 для опорного подшипника, а с другой — отверстие с коническим углублением для другого подшипника оси конденсатора. К основанию скобы двумя винтами прикрепляется пла-

стина из текстолита (рис. 7,*б*). Эта пластина имеет четыре крепежные стойки (рис. 7,*в*), к которым припаиваются половины одной секции статорных пластин типового блока.

Переделка блока производится следующим образом. Сняв опорный подшипник, осторожно вынимают ось конденсатора и удаляют одну секцию пластин (ближнюю к опорному подшипнику). Ось конденсатора укорачи-

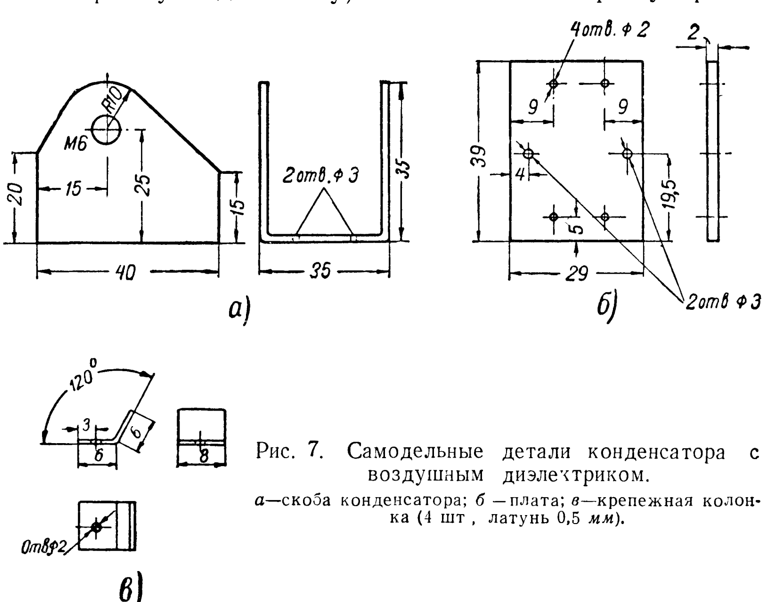


Рис. 7. Самодельные детали конденсатора с воздушным диэлектриком.

а—скоба конденсатора; *б* —плата; *в*—крепежная колонка (4 шт , латунь 0,5 *мм*).

вают, в торцовой ее части делают углубление для шарика опорного подшипника и закрепляют в изготовленной скобе конденсатора. Ось, закрепленная в подшипниках, должна проворачиваться с небольшим трением.

Затем одна статорная секция типового блока вставляется в скобу конденсатора и между статорными и роторными пластинами укладываются прокладки из плотной бумаги. Толщина прокладок выбирается такой, чтобы роторные пластины были точно в центре между статорными, т. е. зазор (0,28—0,3 *мм*) между пластинами конденсатора был одинаковым.

После этого статорные пластины припаивают к крепежным стойкам текстолитовой пластины и прокладки

из бумаги удаляются. Затем осторожно надфилем необходимо распилить статорные пластины на две равные части, чтобы каждая новая секция имела по пять статорных пластин. У роторных пластин необходимо удалить одну среднюю пластину.

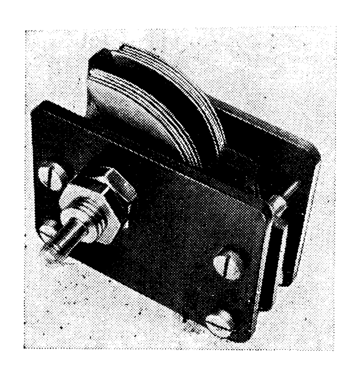


Рис. 8. Сдвоенный конденсатор с твердым диэлектриком.

Готовый конденсатор необходимо подстроить путем отгиба секторов крайних роторных пластин обеих секций. Каждая секция конденсаторного блока должна иметь начальную емкость 6—8 и конечную 175—180 *пф*. Вес блока 75 *г*.

Блок конденсаторов переменной емкости с твердым диэлектриком (рис. 8) имеет значительно меньшие размеры, чем вышеописанный. Такой блок пригоден для карманных приемников, собранных по супергетеродинной схеме.

В качестве диэлектрика в этом конденсаторе использована кинопленка толщиной 0,1 *мм*, а пластины сделаны из латунной фольги толщиной 0,15 *мм*.

Как роторные, так и статорные пластины изготовлены с помощью двух шаблонов, имеющих размеры и фор-

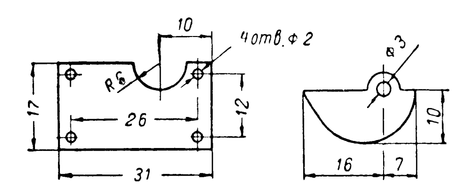


Рис 9. Пластины конденсатора с твердым диэлектриком.

му пластин конденсатора (рис. 9). Шаблоны можно сделать из мягкой листовой стали толщиной 2 *мм*. Пластины выпиливаются следующим образом. Латунная фольга разрезается на куски, размеры которых должны быть несколько больше размера пластин конденсатора. Число

листов фольги берется по количеству пластин блока (статорных 12, а роторных 10 шт.). После того, как куски фольги будут скреплены с шаблоном (винтом с гайкой), нужно осторожно пилой придать фольге форму пластин по стальному шаблону.

Прокладки из диэлектрика нужно приклеить к статорным пластинам (это облегчит сборку конденсатора). Для этого берут две ленты кинопленки и покрывают их тонким слоем клея БФ-2. На один лист пленки накладывают статорные пластины, а вторым они накрываются. Кинопленка с пластинами просушивается под прессом в течение суток. После просушки пластины конденсатора вырезаются ножницами так, чтобы кинопленка выступала по краям на 1—2 *мм*.

Конденсатор собирается на двух текстолитовых пластинках толщиной 2 *мм* при помощи четырех винтов М2 с гайками. Каждая из текстолитовых пластинок имеет латунный подшипник для оси конденсатора. Ось изготавливается из прутковой стали диаметром 3 *мм*.

Сборку блока конденсаторов следует начинать с роторных пластин. Для этого нужно на ось надеть пять роторных пластин, а между ними разместить шайбы толщиной 0,65 *мм*. Вторая секция роторных пластин собирается аналогичным способом. Расстояние между секциями должно быть 5—7 *мм*. При отсутствии готовых шайб необходимой толщины можно воспользоваться шайбами, сделанными из медной проволоки соответствующего диаметра. Пластины и шайбы припаивают к оси припоем ПОС-40.

Дальнейший процесс сборки блока заключается в том, что ось с роторными пластинами вставляют в одну из текстолитовых пластинок и при помощи четырех винтов и шайб толщиной 0,25 *мм* собирают две секции статорных пластин. Расстояние между секциями устанавливается при помощи текстолитовых втулок или прокладок.

После сборки блока ось конденсатора должна вращаться с небольшим трением, а каждая секция должна иметь начальную емкость 7—10 и конечную 280—300 *пф*. Размеры готового блока конденсаторов равны 35×30×16 *мм*, а его вес составляет 25 *г*.

КОНТУРНЫЕ КАТУШКИ

В приемниках на транзисторах желательно применять катушки возможно меньших размеров. Вместе с тем желательно, чтобы такие катушки были хорошего качества, т. е. обладали высокой добротностью. Поэтому, конструируя катушки для полосового фильтра или одиночного контура, важно правильно выбрать провод и сердечник катушки, чтобы получить максимальную добротность на данной частоте.

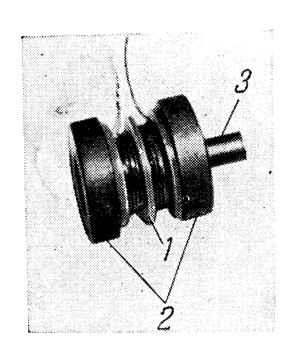


Рис. 10. Катушка контура усилителя промежуточной частоты.
1 — каркас; 2 — ферритовое кольцо; 3 — ферритовый стержень.

Достаточно высокой добротностью (130—150) обладают катушки, намотанные литцендратом и помещенные в броневой сердечник из карбонильного железа типа СБ-1а. Такой же примерно добротности, но меньшие по размерам получаются катушки, намотанные проводом ПЭЛ 0,12 на каркасах с ферритовыми кольцами и сердечником 2,5 *мм* от приемника «Люкс».

Катушки на каркасах с ферритовыми кольцами можно изготовить самому (рис. 10). Для этого из полистирола или органического стекла на токарном станке вытачивается двухсекционный каркас с наружным диаметром 8,5 и высотой 4 *мм*. В каркасе делается отверстие для сердечника диаметром 2,6 *мм*. К каркасу с двух сторон нужно приклеить клеем БФ-2 два ферритовых кольца Ф-600 наружным диаметром 8,5 и внутренним 3 *мм*. В качестве сердечника катушки можно использовать ферритовый стержень Ф-600 или Ф-400 диаметром 2,5 и высотой 8 *мм*. Этот ферритовый стержень после настройки приклеивается к каркасу. Катушка контура, намотанная на таком каркасе проводом ПЭЛ 0,12 (число витков 120), имеет добротность 120—130, а индуктивность ее можно изменять в пределах 70—280 *мкгн*. При использовании в качестве намоточного провода самодельного

литцендрата 5×0,06 (без шелка) добротность будет достигать 180—190.

Для катушки контура гетеродина, добротность которой может быть не очень большой, можно использовать более простой каркас и сердечник (рис. 11). Трехсекционный каркас вытачивают из органического стекла или эбонита диаметром 10 и высотой 10 *мм*, а в качестве сердечника используют ферритовый стержень Ф-400 диа-

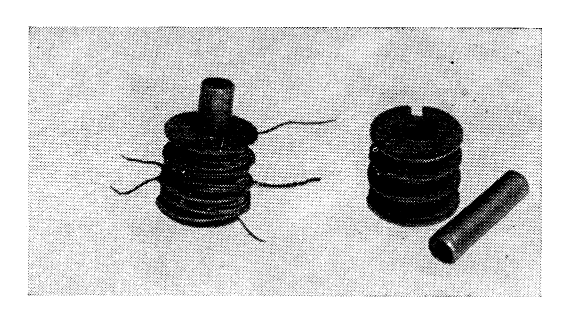


Рис 11 Катушка контура гетеродина.

метром 4 и высотой 12 *мм*. Катушка, намотанная проводом ПЭЛ 0,15 (число витков 135), имеет добротность 95 (на частоте 1 000 *кгц*), и ее индуктивность можно изменять в пределах 106—289 *мкгн*.

ТРАНСФОРМАТОРЫ

В усилителях низкой частоты приемника на транзисторах можно встретить переходные и выходные трансформаторы. Первые из них применяются в том случае, когда нужно получить достаточное усиление при минимальном количестве транзисторов. Выходные же трансформаторы обычно используются в схемах, где применяются электродинамические громкоговорители с сопротивлением звуковых катушек в несколько ом.

Учитывая, что в транзисторных приемниках часто применяются миниатюрные динамические громкоговорители, частотная характеристика которых по звуковому давлению редко превышает полосу частот 250—8 000 *гц*, допустимо использование переходных и выходных трансформаторов с несколько заниженной частотной характе-

ристикой. Это положение справедливо и для схем приемников с переходными трансформаторами, имеющих на выходе телефонные капсюли типа ДЭМ, БЭМ и др., частотные характеристики которых значительно хуже частотных характеристик динамических громкоговорителей.

Исходя из этого, можно считать, что частотные характеристики нагруженных переходных и выходных трансформаторов могут иметь полосу частот с неравномерностью 6 *дб* порядка 150—8 000 *гц*.

Малый ток коллектора транзистора позволяет использовать в качестве сердечника трансформаторов 45-процентный пермаллой и даже пермаллой с большим содержанием никеля. Использование пермаллоя, магнитная проницаемость которого в десятки раз выше проницаемости обычной трансформаторной стали, позволяет получить достаточно хорошую частотную характеристику трансформатора при его незначительных размерах и весе.

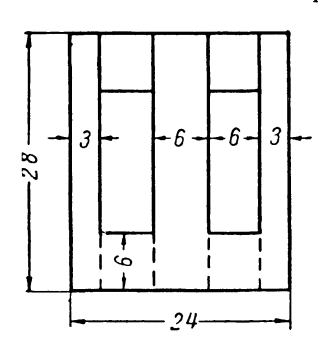


Рис. 12. Специальная форма пластин для переходных и выходных трансформаторов.

Лучшим для переходных и выходных трансформаторов на небольшие мощности (100—300 *мвт*) являются сердечники из 45-процентного пермаллоя с пластинами Ш-6 при толщине пакета 6—8 *мм*. Для выходных трансформаторов на большие мощности (0,5—1 *вт*) нужно использовать пластины Ш-10 и даже Ш-12 при толщине пакета 10—15 *мм*.

При небольших размерах магнитопровода важное значение имеют толщина и форма пластин: чем тоньше пластины сердечника, тем меньше потери и выше магнитная проницаемость сердечника. Из этих соображений лучше использовать пластины толщиной 0,1—0,15 *мм*.

Сердечник малогабаритного трансформатора можно собирать из пластин обычной формы, но значительно лучшие результаты получаются, если использовать пластины, форма которых показана на рис. 12. Сердечник таких пластин не имеет отдельных замыкающих перемычек (их роль выполняют более широкие, чем обычно, нижние части пластин сердечника). Пластины собирают

вперекрышку, и, следовательно, у сердечника нет воздушного зазора. Магнитное сопротивление такого сердечника во много раз меньше, чем у сердечника из пластин с обычной формой, поэтому трансформатор, собранный из таких пластин, обладает меньшими потерями.

При отсутствии пермаллоя можно использовать для сердечника трансформатора сталь с повышенной магнитной проницаемостью марки ВП-3 или ХВП. Обмотки трансформатора выполняются проводом с лакостойкой эмалевой изоляцией ПЭЛ.

Учитывая незначительный ток коллектора транзистора предварительного усилителя низкой частоты, диаметр намоточного провода для переходных трансформаторов обычно выбирают в пределах 0,08—0,1 *мм*. Использовать намоточный провод меньшего диаметра, например ПЭЛ 0,05, не следует, так как такой провод значительно усложняет процесс намотки трансформатора, а увеличение сопротивления по постоянному току обмотки уменьшает напряжение на коллекторе транзистора.

Для выходных трансформаторов на мощность до 100 *мвт* при применении транзисторов П13 и П14, ток коллектора которых не превышает 18—25 *ма*, диаметр провода для обмоток трансформатора берется в пределах 0,15—0,2 *мм*.

При использовании транзисторов П201 для выходных трансформаторов на мощность до 3 *вт* из-за значительного тока коллектора необходимо применять провод ПЭЛ 0,35—0,41, а при транзисторах П4А — провод ПЭЛ 0,8.

В заключение приводим описание двух самодельных трансформаторов: переходного и двухтактного выходного.

Переходной трансформатор предназначен для согласования предоконечного каскада усилителя низкой частоты с выходным двухтактным каскадом. Оба этих каскада содержат транзисторы П13А. Трансформатор собран на сердечнике из пластин Ш-6 (45-процентный пермаллой) при толщине пакета 6 *мм* (толщина пластин сердечника 0,1 *мм*). Каркас трансформатора выполнен из тонкого картона. Первичная его обмотка состоит из 1 400 витков провода ПЭЛ 0,09 (сопротивление 190 *ом*, индуктивность 1,6 *гн*), а вторичная — из 500+500 витков

ПЭЛ 0,1 (сопротивление 35+30 *ом*, а общая индуктивность 0,51 *гн*).

Двухтактный выходной трансформатор для транзисторов П13А и динамического громкоговорителя с сопротивлением звуковой катушки 3 *ом* собран тоже на пермаллоевом сердечнике из пластин Ш-6×6 *мм*. Первичная его обмотка состоит из 250+250 витков провода ПЭЛ 0,18 (сопротивление 6,9+8 *ом*, индуктивность 0,39 *гн*), а вторичная — из 85 витков ПЭЛ 0,41 (сопротивление 0,16 *ом*).

ГРОМКОГОВОРИТЕЛИ

Электродинамические громкоговорители, используемые в приемниках на транзисторах, должны иметь достаточную чувствительность, удовлетворительную частотную характеристику, небольшие размеры и вес.

Чувствительность зависит от индукции в зазоре магнитной системы, а также от конструкции подвижной системы громкоговорителя. Чем больше индукция в зазоре магнитной системы, где размещена звуковая катушка, тем больше чувствительность громкоговорителя. Следовательно, при изготовлении громкоговорителя нужно использовать материалы, обеспечивающие возможно большую магнитную индукцию в зазоре. К таким материалам относятся сплавы АНКО-4, АЛНИ, АЛНИСИ и др.

В последнее время в громкоговорителях стали использовать постоянные магниты из керамических магнитных материалов (ферроксдюры), имеющих малый вес (в 2—3 раза легче металлических) и легко обрабатываемых. Использование кольцевых магнитов из ферроксдюра позволяет изготовить миниатюрные громкоговорители с вполне удовлетворительными акустическими данными.

Качество звучания в значительной мере зависит от подвижной системы громкоговорителя: формы и размеров диффузора, веса подвижной системы, материала диффузора и мягкости его подвески.

Для громкоговорителя с достаточно хорошими акустическими данными диффузор должен быть диаметром не менее 65—80 *мм*, а угол его конуса порядка 145—165°. Вес диффузора должен составлять 0,25—0,35 *г*, а звуковой катушки 0,4—0,7 *г*. Только при малом весе подвижной системы и при мягкой ее подвеске удается

добиться собственного резонанса системы на частоте 150—200 *гц*.

Материалом клееного диффузора может служить плотная чертежная бумага, а «литого» диффузора — бумажная масса, приготовленная из обычной писчей бумаги с небольшим содержанием клея.

Ниже приводятся описание и технология изготовления в любительских условиях нескольких малогабаритных электродинамических громкоговорителей.

Громкоговоритель, показанный на рис. 13, состоит из диффузора с звуковой катушкой, диффузородержателя и магнитной системы. Последняя в свою очередь состоит из двух постоянных магнитов от электромагнитного капсюля БЭМ, керна и двух фланцев из мягкой листовой стали. Этот громкоговоритель обеспечивает среднее звуковое давление 1 *бар* и имеет полосу воспроизведения частот 350—8 000 *гц*. Его вес равен 74 *г*.

Диффузородержатель диаметром 70 и высотой 8 *мм* выдавливают из листа алюминия толщиной 0,8—1,0 *мм* при помощи самодельного штампа.

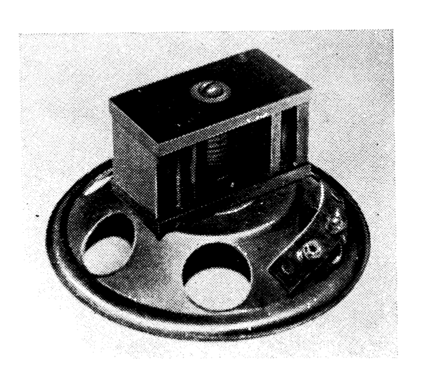


Рис 13. Внешний вид электродинамического громкоговорителя.

Диффузор делается из плотной чертежной бумаги (полуватман). Шов диффузора склеивают клеем БФ-2, причем ширина шва не должна превышать 2 *мм*. После того как шов высохнет, нужно мелкой наждачной бумагой снять часть толщины бумаги у основания конуса диффузора. Размочив край диффузора водой, его надевают на тонкостенный стакан диаметром 45—50 *мм*, после чего губчатой резиной или пальцами осторожно выдавливают на нем гофр. Высота и ширина гофра должны быть порядка 1—2 *мм*. Когда диффузор высохнет, в центре его вырезают круглое отверстие для крепления звуковой катушки диаметром 10 *мм*. Вес диффузора не должен превышать 0,4 *г*.

Звуковую катушку лучше всего наматывать на круглой оправке, диаметр которой равен диаметру керна громкоговорителя. На оправку в качестве прокладки наматывают два слоя обычной бумаги, а на прокладку надевают кольцо из бумаги толщиной 0,1 *мм* (ширина шва кольца не должна превышать 1 *мм*).

На это бумажное кольцо и наматывается в два слоя звуковая катушка. Для громкоговорителя с сопротивлением звуковой катушки 5 *ом* нужно намотать 27+26 витков провода ПЭЛ 0,09. При намотке каждый слой катушки пропитывается клеем БФ-2. Затем кольцо надрезают ножницами, вставляют его в отверстие диффузора и приклеивают клеем БФ-2. Этим же клеем диффузор приклеивается к диффузородержателю.

Керн магнитной системы вытачивается из мягкой прутковой стали диаметром 10 и высотой 18 *мм*. С одной стороны керн имеет отверстие с резьбой М3, в которое ввинчивается винт, скрепляющий керн с фланцем магнитной системы. Фланцы (размерами 35×18 *мм*) сделаны тоже из мягкой стали толщиной 3 *мм*. В одном фланце имеется отверстие диаметром 3 *мм* для крепежного винта, а в другом — отверстие диаметром 11 *мм* для керна магнитной системы. Магнитная система скрепляется четырьмя винтами М3.

Магнитная система другого громкоговорителя содержит кольцевой магнит из ферроксдюра и два фланца из мягкой стали (рис. 14). Кольцевой магнит *1* (рис. 15)

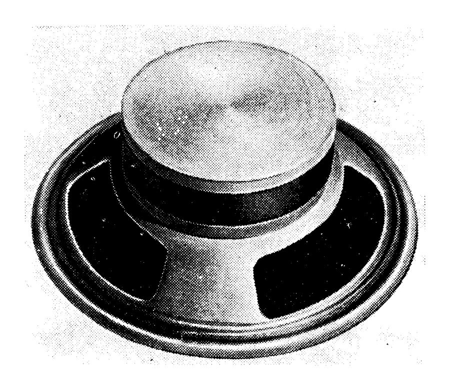


Рис. 14. Внешний вид громкоговорителя с кольцевым магнитом.

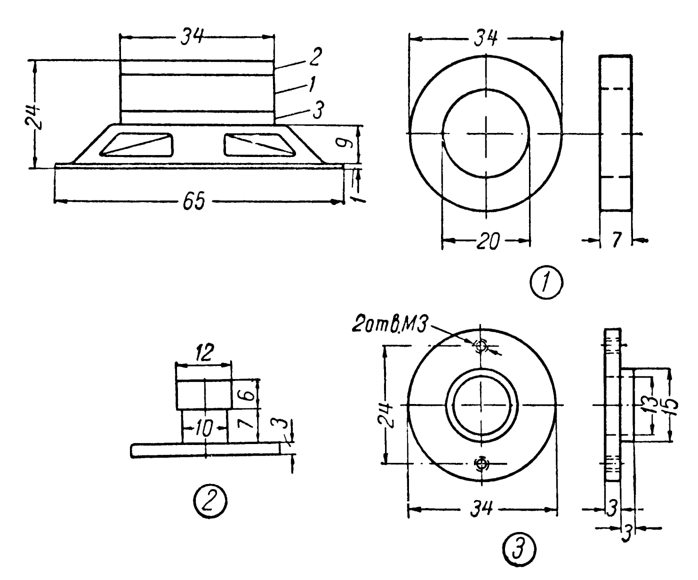


Рис 15. Устройство громкоговорителя с кольцевым магнитом из ферроксдюра.

1 — кольцо из ферроксдюра; *2* — фланец с керном (сталь); *3* — фланец (сталь).

использован от фокусирующей системы лампы бегущей волны. Один из фланцев *2* вытачивается вместе с керном, другой фланец *3* имеет одно круглое отверстие для керна и два отверстия с резьбой М3 для крепежных винтов.

Магнитная система собирается (скрепляется кольцо из ферроксдюра с фланцами) при помощи клея БФ-2. При сушке (после склейки) допустим нагрев магнитной системы до температуры 200—300° С, так как магнитные свойства ферроксдюра при таких температурах не изменяются.

Диффузор в громкоговорителе применен литой. Для его изготовления из латуни или алюминия вытачивается оправка по форме и размеру диффузора и такая же форма придается винипластовой или металлической сетке (рис. 16). Затем для диффузора составляется бумажная масса.

Для получения 0,5 *л* бумажной массы нужно взять газету и размельчить ее на хозяйственной терке или раз-

резать ее ножницами на мелкие куски. Размельченную газету нужно размачивать в течение суток, после чего ее при энергичном помешивании кипятят в течение 0,5—1 *ч* до получения однородной массы.

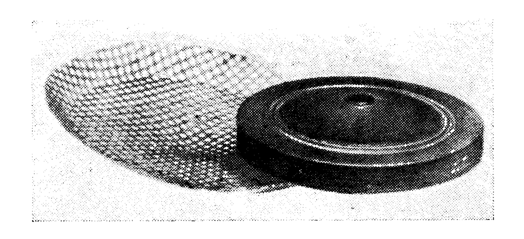


Рис. 16. Оправка и сетка для изготовления диффузора.

Для окраски диффузора можно в бумажную массу влить 25—40 *г* туши или химических чернил, а для придания прочности диффузору необходимо в массу добавить 20 *г* размоченного столярного клея.

Винипластовая или металлическая сетка погружается в готовую массу, вынимается и кладется на губчатую резину. Предварительно смазанная тонким слоем масла металлическая оправка вкладывается в сетку и на нее устанавливается пресс. Если в качестве пресса использовать нагретый утюг, то процесс сушки изготавливаемого таким образом диффузора намного ускорится. После того как диффузор высохнет, его осторожно отделяют от оправки и сетки.

Для того чтобы диффузор легче отделялся от сетки, последнюю перед погружением в бумажную массу следует покрыть тонким слоем масла.

Диффузор должен иметь плотную и жесткую среднюю часть, а края у гофр должны быть тонкими и мягкими. Если диффузор получается слишком тонким, то металлическую сетку нужно опускать в массу несколько раз, а если очень толстым, то надо бумажную массу разбавить водой. Вес готового диффузора должен быть 0,28—0,31 *г*.

Звуковую катушку громкоговорителя изготавливают на круглой оправке так же, как и для предыдущего громкоговорителя. Катушку к диффузору и диффузор к диффузородержателю приклеивают клеем БФ-2. Кон-

цы звуковой катушки припаивают к двум гибким проводникам; места их спайки скрепляют (крестообразно) нитками с диффузором.

Описанный громкоговоритель обеспечивает среднее звуковое давление 0,95 *бар* при полосе воспроизведения частот 250—8 000 *гц*. Его вес равен 68 *г*.

Постоянный магнит электродинамического громкоговорителя может быть выполнен и в виде керна (рис. 17). Магнитная система такого громкоговорителя состоит из кернового магнита *1*, фланца *2* и скобы *3* (рис. 18).

Керновый магнит изготовлен из сплава АНКО-4, а фланец и скоба — из мягкой листовой стали. Диффузородержатель *4* выполнен из листового алюминия толщиной 1 *мм*.

Для громкоговорителя можно использовать магнит и

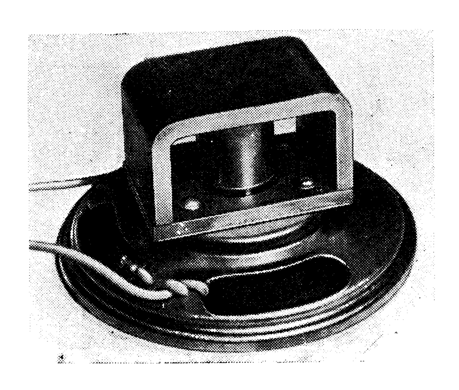


Рис. 17. Внешний вид громкоговорителя с керновым магнитом

из другого материала и даже другого диаметра (от 9 до 13 *мм*). Важно лишь, чтобы керновый магнит был хорошо обработан с торцов и в том месте, где будет помещена звуковая катушка. При другом диаметре керна нужно, конечно, изменить и диаметр отверстия фланца, так чтобы магнитный зазор получался порядка 0,5 *мм*.

Приступая к сборке магнитной системы, необходимо заклепками скрепить фланец с диффузородержателем. После этого клеем БФ-2 приклеивают скобу к фланцу. а к скобе — керновый магнит. Чтобы магнит находился

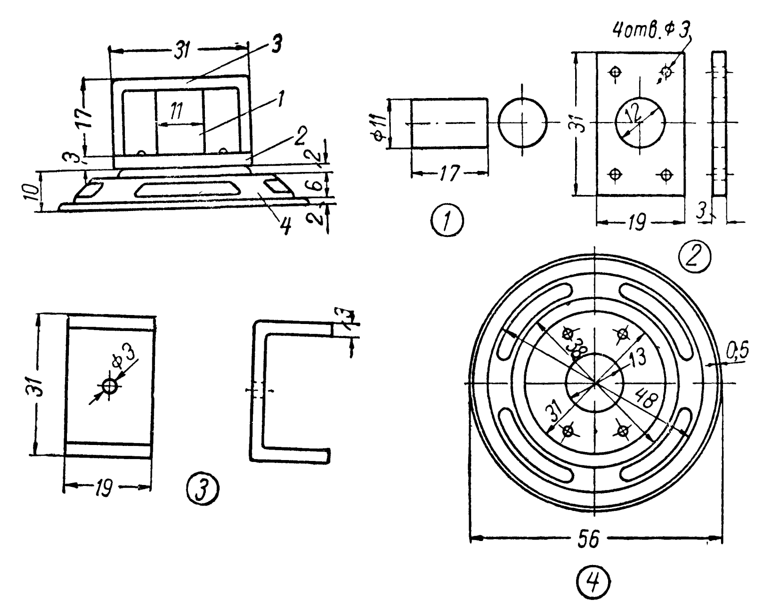


Рис. 18. Устройство громкоговорителя с керновым магнитом.
1 — керновый магнит; *2* — фланец; *3* — скоба; *4* — диффузородержатель.

в центре отверстия фланца, в последний при сборке вставляют латунное кольцо, толщина которого должна быть равна ширине магнитного зазора системы. Это дает возможность получить по всей окружности керна одинаковый зазор. После просушки клея и намагничивания магнитной системы латунное кольцо удаляют.

Диффузор изготавливается так же, как и для предыдущего громкоговорителя. Для придания жесткости диффузору средняя его часть пропитывается клеем БФ-2.

Звуковая катушка этого громкоговорителя намотана в два слоя проводом ПЭЛ 0,09 и имеет 49 витков (сопротивление звуковой катушки постоянному току равно 3,5 *ом*).

Громкоговоритель обеспечивает среднее звуковое давление 1,2 *бар* в полосе частот 350—7 500 *гц*. Его вес равен 60 *г*.

Цена 5 коп.